

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN MINERÍA DE
YACIMIENTOS METÁLICOS Y NO METÁLICOS EN
VENEZUELA:**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Prof. MSc. *Alba J. Castillo*¹, Br. *Aurora Piña*² y Br. *Sixto Jaspe*²

¹Instructor, Departamento de Minas, FI-UCV.

²Candidatos a Ingenieros de Minas, FI-UCV.

castillo_alba@hotmail.com; abetpina1@hotmail.com;
sixtojaspe@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la descripción de la propuesta de investigación: “Evaluación de Indicadores de Sustentabilidad para Optimización de Toma de Decisiones en la Creación de Distritos Mineros Sustentables”. Esta propuesta ha sido consignada por investigadores de la unidad docente Minería y Ambiente, ante el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en Venezuela. La misma ha sido recibida con interés y entusiasmo por funcionarios de organismos públicos vinculados con la investigación científico-técnica y de administración de recursos naturales.

En el ámbito académico de educación superior en minería, particularmente de investigación, continúa pendiente en agenda la necesidad de la visión temporo-espacial de grupos de concesiones mineras, operando éstas simultáneamente en el espacio de un ecosistema particular, caracterizado por la coexistencia de cuencas hidrográficas, comunidades biológicas, comunidades indígenas; todos los cuales representan patrimonios naturales y culturales de la nación venezolana y de la comunidad mundial.

Por una parte, se ha alcanzado conocimiento sobre impacto ambiental acumulado, sea éste potencial o manifiesto. Por otra parte,

el conocimiento se ha alcanzado sobre estrategias de visualización de escenarios de riesgos y de oportunidades de negocios, usando herramientas de evaluación y diagnóstico de procesos. Ambos pueden ser aplicables en la gerencia moderna y en la gestión ambiental de la industria minera. Lo anterior puede ser incluido en la optimización de distritos mineros, operacionalizando así el concepto de Desarrollo Sustentable; adecuando las fases iniciales del proceso minero, como el cálculo de reservas minerales sustentables y la creación de distritos mineros sustentables.

JUSTIFICACIÓN

La tradición minera que caracteriza a Venezuela es modesta, desde el punto de vista de la diversidad de rubros minerales, escala de producción mineral, estructura organizacional, capital de inversión y cuota de producto interno nacional. No obstante, el sector productivo primario ha venido creando las oportunidades de negocios, a la vez que reconociendo las diversas limitaciones para la expansión de la industria minera, mostrando interés en potenciar la producción nacional de rubros comerciales para el consumo interno y para la exportación.

Las actividades de exploración y cálculo de reservas minerales han sido importantes, pero aun no cumplen las expectativas de quienes reconocen el potencial geológico en la geografía nacional. Venezuela posee un significativo potencial minero en renglones metálicos y no metálicos distribuidos en su geografía. Yacimientos de importancia como los distritos metálicos en el estado Bolívar, en la región amazónica de Venezuela; los yacimientos carboníferos en la cuenca occidental, estados Falcón y Zulia y yacimientos de minerales industriales en la región norte, cordilleras de la Costa, Oriental y de los Andes.

Por su parte, el poder ejecutivo del Estado venezolano ha venido realizando cambios en el ámbito organizacional y procedimental a los fines de ordenar el territorio y el ambiente, desburocratizando, en lo posible, los trámites de solicitud de concesiones mineras y de ocupación del territorio y afectación de recursos naturales y aumentando las oportunidades de fiscalización de operaciones mineras en desarrollo y en vísperas de su puesta en marcha. Los entes de protección del ambiente han aumentado las presiones de a partir de 1992, con la aprobación de la Ley Penal del Ambiente y las Normativas Técnicas Ambientales.

La Constitución Bolivariana de Venezuela (1999) incluye el capítulo declarativo de los Derechos Ambientales, elevando el modelo de desarrollo sustentable a la declaración de principios, así como el capítulo declarativo de los Derechos de los Pueblos Indígenas, reconociendo su existencia y el respeto al aprovechamiento de los recursos naturales en los hábitats indígenas. Por otra parte, con rango supranacional, Venezuela es signataria de las convenciones fundamentales de la Cumbre de Río, 1992: Cambio Climático, Biodiversidad y Lucha contra la Desertificación.

La estrategia de búsqueda de acuerdos en materia minera y de conservación ambiental permite aprovechar el potencial minero nacional y refrendar los acuerdos internacionales de protección ambiental, incorporando los indicadores de sustentabilidad en la toma de decisiones en programas de desarrollo. El Capítulo 8 de la Agenda 21 sobre Adopción de Decisiones en Programas de Desarrollo constituye la justificación principal para esta búsqueda de concertación entre el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza. Asimismo, se busca la atención a los acuerdos internacionales en materia de protección de la biodiversidad, el control de las tasas de cambio climático, para atenuar el calentamiento global y el control y lucha contra la sequía y la desertificación, con disminución de la tasa de deterioro de fuentes de agua fresca.

Finalmente, la realidad nacional en materia minera, es compleja, específicamente las dificultades tradicionales del Estado venezolano para organizar la industria extractiva de oro y diamantes. Estas dificultades demandan condiciones jurídicas estables y claras, incentivos económicos atractivos, igualdad de oportunidades a los interesados en la extracción de estos rubros minerales, con pequeña y mediana producción, respeto a la ocupación tradicional de los territorios con concentraciones minerales de interés económico, a la vez que garantías de sustentabilidad en el espacio territorial.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La Figura 1 muestra un mapa de Venezuela con indicación de las áreas seleccionadas para la identificación de indicadores locales de sustentabilidad, para la industria extractiva venezolana de los metales hierro y oro; energética del carbón y de los minerales industriales: arcillas, calizas y feldespato. El objetivo de esta selección ha sido atender diferentes áreas geográficas caracterizadas, de manera sistemática, por distintos escenarios de riesgos y oportunidades de negocios.

Aun cuando en cada región cada uno de los grupos de indicadores está presente, cada área se caracteriza por el énfasis en la incidencia de uno o más indicadores: biofísicos, socioculturales, socioeconómicos y geopolíticos. Por otra parte, para algunos renglones minerales se tienen estructuras de organizaciones económicas, desde la producción artesanal, las de tipo cooperativo y las corporativas, a veces coexistiendo en distritos mineros, tales como en distritos auríferos y carboníferos.

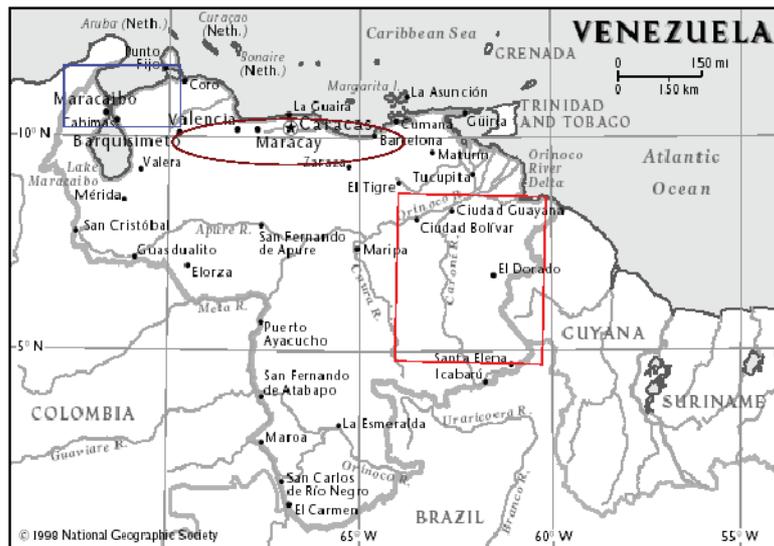


Figura 1. Mapa de Venezuela con ubicación de distritos mineros

Con relación a la minería metálica, la investigación incluye la identificación de indicadores de sustentabilidad para hierro y oro, en el estado Bolívar, en la región conocida como Guayana. Presenta sistema ecológico de bosque tropical lluvioso de la región amazónica, con diversas comunidades indígenas, como pemón y yanomami.

En la minería del carbón se investiga en la cuenca carbonífera occidental, en dos estados: 1) en el norte del estado Zulia, donde la explotación se realiza desde 1986, con organización económica de tipo corporativo y 2) en el estado Falcón, tradicionalmente de extracción cooperativa y actualmente en proceso de licitación de concesiones mineras que puedan ser aprovechadas por operadoras mineras con mayor capital de inversión.

En el estado Zulia, el factor ecológico es el de mayor consideración dado que la cuenca carbonífera está dentro de la Zona

Protectora de la Cuenca Hidrográfica del río Guasare. De allí que el impacto acumulado potencial de la explotación de carbón tendría una linealidad a lo largo del rumbo de los estratos de carbón y oblicua a la dirección de los cursos naturales de agua. El ecosistema del área protegida es un bosque tropical seco, en el cual la susceptibilidad a la sequía es una condición para iniciar procesos de desertificación. Hasta ahora, han sido concedidos 22 permisos para exploración y subsiguiente explotación, algunos de los cuales están en diferentes etapas del proceso minero.

Los estados Zulia y Bolívar son fronterizos, con Colombia y Brasil, respectivamente y en ambos estados conviven comunidades indígenas importantes. Además, es necesario considerar los acuerdos de cooperación binacional en áreas fronterizas.

En la propuesta de investigación, la selección de la región para evaluar indicadores de sustentabilidad en minerales industriales, se basó en la concentración de fuentes de producción en áreas con mayores presiones urbanas, en las cuales el valor local de los rubros minerales es más bajo, en términos relativos. Se seleccionaron 3 estados centrales próximos al Distrito Capital y a ciudades importantes desde el punto de vista demográfico y económico-industrial. Así, fueron seleccionados los estados Aragua, Carabobo y Cojedes, en los cuales se analizan los indicadores de sustentabilidad para explotación de calizas, arcillas y feldespato, respectivamente.

Cabe resaltar que el renglón mineral arcillas, seleccionado en el estado Carabobo, no ha resultado el mejor renglón a ser estudiado. Se ha pensado en reformular el renglón mineral para el mismo estado Carabobo, o mejor, seleccionar el estado Lara, más occidental, para el mismo renglón mineral de arcillas para cerámica.

Resulta cada vez más evidente que la creación de distritos mineros sustentables representa la oportunidad de fortalecer al sector de la industria extractiva de renglones minerales, reconociendo las limitaciones tradicionales de los proyectos mineros, entre las cuales

se incluye la inadecuada atención a las implicaciones y consecuencias ecológicas y sociales en áreas con comprobada certeza geológica y viabilidad técnico-económica.

OBJETIVOS

Identificar indicadores locales de sustentabilidad más relevante en los ámbitos biofísico, social, económico, político y de percepción pública.

Diseñar criterios para creación de distritos mineros sustentables, en renglones minerales de naturaleza diversa y en áreas geográficas específicas del territorio venezolano.

Correlacionar el conocimiento necesario para apoyar el desarrollo de una herramienta de optimización de toma de decisiones mineras y ambientales, que haga posible la ocupación del espacio territorial atendiendo a la vocación de uso del territorio y la vulnerabilidad de la calidad de los factores ambientales, tanto ecológicos como socio-culturales.

Recomendar lineamientos desde el análisis en minería y ambiente que permitan evaluar reservas minerales considerando las tres variables fundamentales: certeza geológica, viabilidad técnica y económica y sustentabilidad ecológica e institucional.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA MINERÍA EN VENEZUELA

En lo que respecta a la minería metálica, como en otros países de América, es la minería aurífera la más antigua, desde el período pre-hispánico, incluida la producción comercial con cantidades para exportación a finales del siglo XIX, hasta el tiempo presente. Mendoza (1988) describe un potencial de 8.000 ton en Guayana y la

producción anual promedio en la década de los noventa fue de 10.000 kg anuales, aproximadamente.

Por su parte, la minería del hierro, de relativa alta tasa de producción, fue iniciada en el primer cuarto del siglo XX y aun cuando con importantes dificultades en el presente, se exploran las oportunidades para dar continuidad a su extracción y refinación en el sector siderúrgico. El Anuario Estadístico Minero (MEM, 2000) presenta reservas probadas de hierro de 4.000 Mtm.

En cuanto a la minería energética, fue la cuenca carbonífera oriental la que aportó las cantidades de carbón de la segunda mitad del siglo XX en Venezuela. Limitaciones insuperables, aun hoy en día, impiden la continuidad de la industria extractiva de carbón en esa región; sin embargo la industria petrolera se caracteriza por ser la actividad económica más importante en esta región. El carbón venezolano compite en el mercado internacional con petróleo y gas natural y además en los mercados externos, compite con el surgimiento de fuentes renovables de generación de energía.

Desde la década de los ochenta, la minería del carbón entró en operaciones que actualmente producen 10 Mton anuales, principalmente en el norte de la cuenca carbonífera occidental, y 50% de la producción suramericana. Venezuela cuenta con reservas de 8.200 MTm, representando 0,8% de las reservas mundiales (Anuario Estadístico Minero, 2000).

La minería de rubros no metálicos, como minerales industriales, es diversa y está distribuida en prácticamente todo el territorio nacional. Suple necesidades nacionales y en casos como el cemento y las rocas ornamentales, una parte de la producción es exportada. Arcillas, arenas, caliza, óxidos y yeso, para la industria cementera y de la construcción; arcillas, feldespato, caolín, talco, yeso, cuarzo, grafito, azufre, granito, son algunos ejemplos de la diversidad del potencial venezolano de minerales industriales. La

producción total para el año 2000 fue de 21 Mton (Anuario Estadístico Minero, 2000).

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se presenta en este artículo tiene su origen en las Jornadas de Política Minera Nacional, en julio de 1996, organizada por un comité de investigación de la Secretaría de la Universidad Central de Venezuela. El objetivo de las jornadas consistió en recoger opiniones de expertos técnicos en diversos ámbitos de la minería nacional para diagnosticar la problemática del sector, particularmente de la minería aurífera y la agenda de desarrollo minero, en el marco de las políticas de apertura minera.

En esa oportunidad, se planteó la necesidad de planificación del Estado en el manejo y uso de la tierra y en la protección ambiental, como condicionantes de las políticas de desarrollo minero. Se planteó, por primera vez, la posibilidad de darle sustentabilidad al proceso de minería en Venezuela; aunque reconociendo la condición de agotamiento del recurso mineral, no obstante, fortaleciendo la continuidad del proceso minero con profundos cambios paradigmáticos y estructurales en las instituciones y organizaciones con misión y visión del sector industrial de la minería (Castillo, 1996). Allí fue postulada la tesis de Minería Sustentable y el enfoque preliminar de Reservas Minerales Sustentables.

En 1998, las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería: JIFI'98, sirvió de ámbito académico para insistir en la propuesta de identificación de reservas minerales sustentables, y en JIFI'2000, para desarrollar un modelo conceptual de evaluación de escenarios de riesgos e indicadores de sustentabilidad preliminares para identificar reservas minerales sustentables (Memorias de Resúmenes JIFI'98 y JIFI'00).

En 1999, la propuesta fue publicada en las Memorias del XVI Congreso Internacional de Minería, celebrado en Ankara, Turquía. También en 1999 se presentó la idea de reservas minerales sustentables en el marco del VII Congreso Iberoamericano de la Enseñanza de Minería en Educación Superior, realizado en Caracas. En noviembre de 2001, el proyecto de investigación es consignado ante el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Este fue revisado en las gerencias de investigación de Ambiente, de Ingeniería y Desarrollo y actualmente lo maneja la Coordinación de Impacto Socio Ambiental, de la Gerencia de Innovación Industrial.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación exploratoria y correlacional. El diseño de la investigación es no experimental, sobre muestras discretas de recursos minerales y de explotaciones mineras en desarrollo en regiones específicas del territorio venezolano.

Se presentaron tres anteproyectos de Trabajo Especial de Grado, para optar al título profesional de Ingeniería de Minas. Los candidatos mostraron interés en desarrollar las ideas de distritos mineros sustentables. En cada una de las tesis se plantea, en primer lugar, la descripción de la situación actual de la minería venezolana en cada renglón mineral; incluye esta sección, las oportunidades de mercados, nacionales e internacionales, de volúmenes de reservas minerales tradicionales y de precios internacionales y de costos nacionales de producción.

En segundo lugar, en cada distrito minero son planteados los aspectos legales y los procedimientos administrativos de cada rubro mineral. En Venezuela, la minería metálica y la energética son administradas desde el poder ejecutivo y los minerales industriales desde las gobernaciones de los estados.

En tercer lugar, son identificados aspectos de gestión ambiental, como evaluaciones de impacto ambiental, planes de supervisión y vigilancia ambiental, en los casos en los cuales se realizan. Esta sección incluye la identificación de factores de las convenciones internacionales de protección ambiental, es decir, las estrategias nacionales para controlar el cambio climático global, la conservación de la biodiversidad y la sequía y desertificación de suelos.

El análisis de los datos recopilados, incluyendo el diagnóstico de las fortalezas y limitaciones de la explotación actual, de cada renglón mineral y las oportunidades y amenazas de la ampliación de cada una de éstas, permiten las conclusiones del estudio. Las conclusiones y recomendaciones de la investigación ofrecen la identificación y proposición de los indicadores locales de sustentabilidad y los lineamientos de creación de distritos minerales sustentables.

La relevancia del estudio consiste en innovar y apoyar la optimización de la adopción de decisiones ambientales, en el marco de las políticas de desarrollo económico, fundamentalmente con la visión de la ampliación del aprovechamiento del recurso mineral, en el espacio y en el tiempo.

CRITERIOS PARA DISTRITOS MINEROS SUSTENTABLES

Algunos criterios de sustentabilidad para los distritos mineros usando información disponible, son:

- Estado Bolívar, en el distrito minero aurífero, el cual representa el mayor reto para la sociedad venezolana, los indicadores locales de sustentabilidad se encuentran en los ámbitos ecológico, social, jurídico y de percepción pública:

- Excesiva fragmentación de hábitats; erosión acelerada de suelos y transporte de sedimentos; disminución del tirante en cursos de agua; contaminación con residuos mercuriales y cianurados.
 - Conflictos de uso del espacio territorial para actividades: forestales, mineras, agrícolas y pecuarias de subsistencia, turísticas y recreativas, territorios indígenas y modos de vida de subsistencia.
 - Proceso de revisión para evaluar la legalidad de más de 600 derechos mineros otorgados por el Estado venezolano, considerados de dudosa legalidad.
 - Igualdad condicionada para las oportunidades de aprovechamiento aurífero de acuerdo con el monto de la inversión; si es estatal o privada, específicamente, en relación con la visión de desarrollo económico, tecnología y fiscalización y control ambiental.
 - Limitada confianza de la sociedad en el funcionamiento adecuado y transparente de las instituciones públicas del Estado venezolano.
- Estado Bolívar: en el distrito ferrífero, los indicadores locales de sustentabilidad más relevantes fueron de políticas de mercado y de regulación ambiental:
 - Comercio nacional e internacional; costos nacionales de operación.
 - Políticas para el cumplimiento de regulaciones ambientales de industrias públicas.
 - Estado Zulia: en el distrito minero carbonífero los indicadores locales de sustentabilidad fueron identificados de los ámbitos ecológico, social y de mercado:

- Impacto ambiental acumulado; fragmentación excesiva de cuenca hidrográfica en área bajo régimen de administración especial (ABRAE); ecosistema de bosque seco tropical; concentración de particulado sólido total, SDT y de SO_4^- .
- Conflictos frecuentes y quejas de la comunidad mestiza e indígena; características de región fronteriza.
- Competencia y disponibilidad de fuentes alternativas de generación de energía: crudos, gas natural y energías renovables.
- Estado Falcón: en el distrito carbonífero fueron identificados indicadores locales de sustentabilidad de los ámbitos ecológicos y sociales:
 - Degradación de suelos y avance de la sequía y desertificación.
 - Igualdad condicionada de oportunidades en el aprovechamiento, en función del monto de la inversión económica.

En cuanto a la región nor-central, con distritos de minerales industriales, es posible adelantar, de manera preliminar, que los indicadores locales de sustentabilidad son de orden social, limitados fundamentalmente por fuertes presiones demográficas y de urbanismo. La restricción económica del valor local, representa una limitación al aprovechamiento del potencial minero, dado el crecimiento urbanístico.

CONCLUSIONES

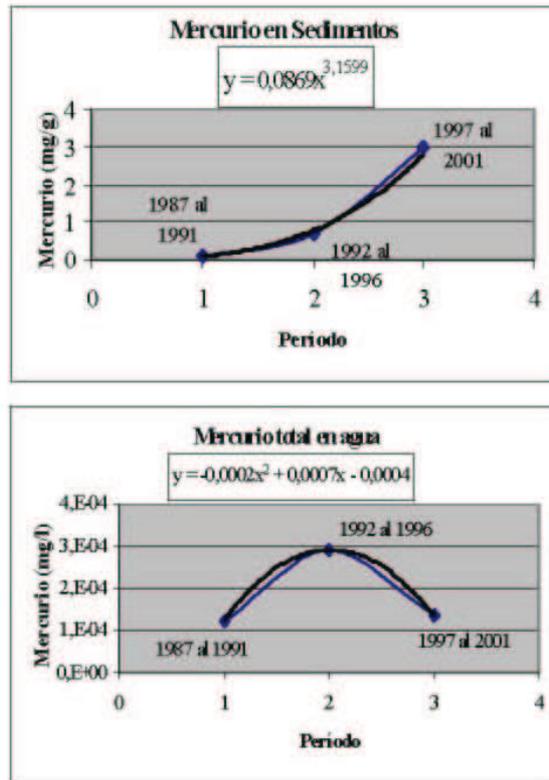
Ha sido descrita una propuesta de investigación en el ámbito de gerencia en minería y ambiente, para ayudar a consolidar el conocimiento sistemático en riesgos y oportunidades en la industria extractiva de minerales. Han sido identificados indicadores de

sustentabilidad en distritos mineros de metálicos y no metálicos en Venezuela. La investigación ayudará a desarrollar una herramienta numérica para optimizar el proceso de toma de decisiones ambientales.

Los indicadores más relevantes y las tendencias fueron:

Distrito aurífero del estado Bolívar:

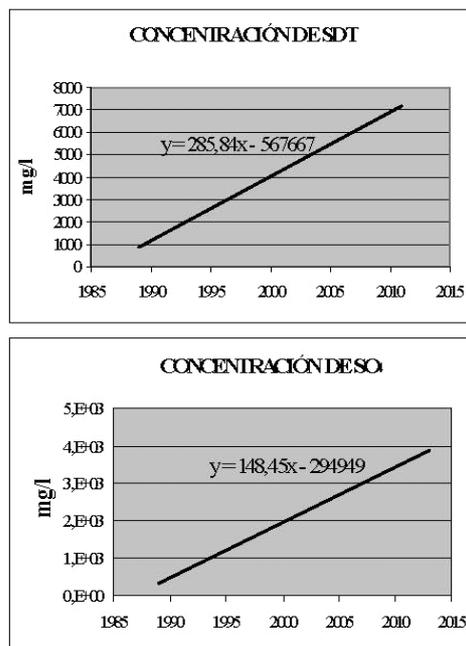
- Fragmentación del hábitat: vegetación afectada en la cuenca del río Caroní: 47,3% bosque, 51,3% sabana y 1,4% morichal, tendencias a la acumulación y al incremento progresivo; potencial de afectación correspondiente a 96% de superficie de potencial aurífero en áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE).
- Pérdida de suelos en cauces de ríos: sedimentos en suspensión: Icabarú 390ppm, Caroní 20ppm y Chigüao 190ppm tendencias a la acumulación y al incremento progresivo. Se estimó 38,18 Tm/Ha-año de pérdida de suelo por minería de placer en bosques secos en la cuenca del río Caroní.
- Los resultados analíticos, usando análisis regresivo, muestran tendencias exponenciales para concentraciones de Hg en sedimentos y una tendencia polinómica para concentración de Hg en agua. Los datos fueron obtenidos en los años noventa en concesiones mineras de placer. Se requieren más datos para aumentar la confianza en los resultados.



Datos recopilados y analizados por Piña, 2002

Distrito carbonífero del estado Zulia:

- Los resultados analíticos, usando análisis regresivo, muestran tendencia lineal para concentraciones de SDT y SO_4^- en la cuenca carbonífera del estado Zulia. Los datos fueron obtenidos en los años noventa de una explotación minera. Se requieren más datos para aumentar la confianza en los resultados.



Datos recopilados y analizados por Jaspe, 2002

REFERENCIAS

- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2000). **Anuario Estadístico Minero**. Venezuela.
- CASTILLO, A. (1998). **Identificación de Reservas Sustentablemente Económicas**. Memorias de Resúmenes Jornadas de Investigación JIFI'98. Facultad de Ingeniería. UCV.
- CASTILLO, A. (1999). **Sustainable Ore Reserves Identification**. Memorias 16th Mining Congress of Turkey. The Chamber of Mining Engineers. Junio. Ankara, Turquía.

- CASTILLO, A. (1999). **Minería Sustentable: Revisando el Espíritu Económico de la Minería.** Dimensión Académica de los Aspectos Ambientales en el Programa de Estudios de Minas en la UCV. VII Reunión de la Asociación Iberoamericana de Enseñanza Superior de la Minería AIESMIN. UCV. Noviembre. Caracas, Venezuela.
- CASTILLO, A. (2000). **Identificación de Reservas Sustentablemente Económicas: Escenarios de Riesgos e Indicadores de Sustentabilidad.** Memorias de Resúmenes Jornadas de Investigación JIFI'00. Facultad de Ingeniería. UCV. Caracas, Venezuela.
- FERRARI, H. (2001). **Anteproyecto: Lineamientos para Optimización en Toma de Decisiones para Creación de Distritos Mineros de Minerales Industriales en Región Central de Venezuela.** (En proceso de asignación para su desarrollo).
- JASPE, S. (2002). **Evaluación de la Minería del Carbón en los Estados Zulia y Falcón para la Creación de Distritos Mineros Sustentables.** Trabajo Especial de Grado. Departamento de Ingeniería de Minas. Universidad Central de Venezuela. Inédito (En edición).
- MENDOZA, V. (1988). **Desarrollo Aurífero de Guayana.** CVG – Técnica Minera, CA. Resumen Gerencial. Puerto Ordaz, estado Bolívar.
- PIÑA, A. (2002). **Indicadores de Sustentabilidad en la Optimización de Toma de Decisiones para Creación de Distritos Mineros aplicada a Minería Metálica: Au y Fe en el Estado Bolívar.** Trabajo Especial de Grado. Departamento de Ingeniería de Minas. Universidad Central de Venezuela. Inédito (En edición).